Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs
Ontario

ORDER NO. 94-061
MARCH 1994
AGDEX 257
22

Factsheet

PLUG TRANSPLANTS FOR PROCESSING TOMATOES: PRODUCTION, HANDLING AND STAND ESTABLISHMENT

R.W. Garton, Agriculture Canada, Harrow
P.H. Sikkema, RCAT, Ridgetown
E.J. Tomecek, OMAF, Ridgetown

1. INTRODUCTION

Plug transplant establishment is one of the key factors in producing high yielding tomato crops. Rapid early growth and complete plant survival is influenced by the practices used by the greenhouse grower, and by the transplant management practices used by the field tomato grower.

HOW TO RECOGNIZE A GOOD QUALITY TRANSPLANT

The first step in tomato stand establishment is obtaining high-quality transplants. Growers should look for seedlings with straight, thick stems, 12 to 17 cm tall with good uniformity. Leaves should be well developed: flat, not cupped or puckered, and green. A slight amount of purpling at the base of the stem and on the underside of leaves is a sign of carbohydrate development which will improve survival. Extensive purple colour on the top surface of leaves is a sign of phosphorus deficiency which will delay early growth. Roots should be white, thick, and should fill the plug from top to bottom. Roots which are brown in colour and don't extend to the bottom of the plug are a sign that the plants have been grown under moisture stress which can delay rooting in the field. A well-grown transplant will have adequate food reserves to ensure rapid establishment under a wide variety of field conditions.

2. TRANSPLANT TRAYS — PLUG SIZE AND DEPTH

Cell depth of 288 plugs has been a controversial topic. Deep cells have not shown an improvement in plant survival and yield over shallow cells in research trials. However, if deep cells are well managed, the plug will be heavier, and may be easier to plant than shallow cells. Deep cell trays are usually less durable and may need to be replaced sooner.

The use of smaller plugs, such as 406 trays, would allow more production per unit of greenhouse space and thus reduce transplant cost. However, in several years of trials 406's had reduced plant stand and yield compared to 288's in early May plantings. When compared under more favorable field conditions in late-season plantings, the stand and yield of 406's was as good as 288's (see Table 1). If 406 trays are to be used successfully, greenhouse production practices will have to be modified to produce a plant of acceptable size.

TABLE 1 Performance of Tomato Transplants Grown in 288 and 406 Cell Plug Trays (trials conducted at the Harrow Research Station, 1991-93)

Tray size	Transplant height (cm)	Final plant stand (%)	Yield (t/ha)
May 10 planting			
288	11.1	94	54.5
406	10.3	88	50.4
June 1 planting			
288	13.0	97	60.5
406	11.6	96	60.4

3. GROWING MEDIA

There are various growing medias available for the production of tomato transplants in plug trays. The commercially available soilless mixtures generally contain peat moss, perlite, vermiculite, a nutrient charge and a wetting agent. More recently some other materials such as rock-wool have been used. These mixes vary in their moisture retention, drainage characteristics, fertilizer content and particle size.

Soilless mixtures are recommended since they are sterile and there are fewer disease problems, they are light weight and easier to handle, they are convenient for storage and handling, they are fairly uniform from year to year and they are non-crusting. Good-quality transplants can be grown in a range of soilless mixtures.

Low levels of fertilizers containing minor elements are preferred but not essential, as nutrients can be applied with each watering if necessary. It is advisable to check the pH and salt concentration (EC) of the soilless mixture before seeding. The pH should be in the range from 5.0 to 6.5. Salt levels vary

depending on the amount of fertilizer in the mix. An acceptable EC range for seedlings is 1.0 to 2.0 MMHO/cm.

Drainage and water retention are important to maintain the soilless mixture at a uniform moisture level. Therefore select a mix with medium particle size to ensure proper aeration, drainage and ease of filling the trays.

It is important to know the nutrient concentrations in the growing media. Nutrient concentrations vary greatly between different types of media (see Table 2). **It is important to adjust the greenhouse watering and fertilizer program according to the water-holding capacity and the nutrient charge of the soilless mixture.**

TABLE 2 Chemical Analyses of Samples of Selected Plug Media. Media vary in nutrient concen-tration, so fertility and watering practices must be adjusted.

Growing Media	pH	Nitrate (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Conductivity (EC) mmho/cm
Pro Mix BX	5.6	115	35	117	145	44	1.47
ASB	5.5	67	30	91	32	42	1.17
Metro Mix 200	6.5	500	5	66	144	84	1.63
Metro Mix 240	6.2	39	6	68	99	77	1.27

4. SEEDING AND GERMINATION

High-quality seed is required for plug transplant production in order to produce acceptable plant counts and uniform transplants. Tomato seeds should have uniform, rapid germination and good seedling vigor. The germination should be greater than 90%. Seed companies can provide information on the optimum temperatures to germinate specific lots of seed.

Many different types of commercial seeders are available for seeding plug trays. When selecting a seeder a grower should consider the ease of converting between different cell sizes, the flexibility of the seeder to handle raw or pelleted seed and seeding capacity in trays per hour.

Germination of seed is a critical step in plug transplant production. Seed should be covered with fine vermiculite to ensure that the seed does not dry out. After seeding trays, apply warm water (approx 27-28° C). **Seeds require aeration to germinate so it is important to avoid saturating the growing media with water.**

Tomatoes should be germinated in a germination chamber. This is usually an insulated room in which temperature and relative humidity can be maintained at a precise level. Air circulation is important to ensure uniform temperature and humidity throughout the chamber.

The time required for germination varies between cultivars and seed lots. Growers should check the trays regularly and as soon as the seedlings break through the surface, the trays should be moved out of the germination chamber. **Never allow the seedlings to elongate by leaving them in the germination chamber too long.** Trays should then be placed on racks in the greenhouse. Trays should be positioned at least 20-25 cm off the ground and should be level and placed tightly together.

5. GREENHOUSE ENVIRONMENT

Good ventilation and temperature management in the greenhouse is a key to growing transplants. Tomato transplants can be grown successfully in a variety of different greenhouse structures, but when using small volume plugs, control of the greenhouse environment is more critical.

Low temperatures can control growth, but if taken to an extreme, can damage tomato seedlings. Chilling injury can occur when tomato transplants are exposed to temperatures above freezing but below 10° C for an extended period. Chilling causes stunting of growth and can have a long lasting effect on field establishment. **Tomato plug growers should maintain a minimum temperature of 10° C, and use ventilation to maintain air movement in the greenhouse.**

DIF Method — This is a method of managing greenhouse temperatures to control plant height. Seedling elongation is most rapid early in the morning, so if early morning temperature is reduced, elongation is also reduced. A negative DIF means that the day temperature is lower than the night time temperature, which results in reduced plant height.

The steps in using DIF to control tomato seedling height are:

(a) Open the vents at sunrise and cool the greenhouse to a minimum of 10°C. **Do not allow temperatures to fall below 10°C because of the possibility of chilling injury.**
(b) Maintain cool temperature for as long as possible during the day.
(c) In most cases, a morning temperature which is slightly lower than the night temperature (slight negative DIF) will produce good quality plants.

Figure 1 Uniform, high-quality processing tomato transplants in 288 plug trays in a well-ventilated quonset greenhouse.

6. GREENHOUSE NUTRITION AND WATERING

There are numerous factors affecting the growth of tomato plug transplants. Two factors which have a dramatic effect on growth are the watering and fertilization programs used in the greenhouse.

WATER QUALITY — Prior to the growing season it is advisable to have a detailed water analysis completed. The greenhouse fertilizer program should be adjusted accordingly or an alternative water supply should be obtained.

WATERING — The amount of water and frequency of watering will vary depending on cell type, growing media, greenhouse ventilation and weather conditions. **It is important to water thoroughly, to moisten the entire plug, which will promote root growth to the bottom of the plug**. If the plug is not watered thoroughly, root growth will be confined to the top of the plug. Allow the plug to dry down before watering, but do not let the plant wilt severely, as this will damage roots. Plug transplants should be watered thoroughly in the morning, but should not be watered late in the afternoon. If the plants remain wet overnight, disease problems are increased. If an overhead watering boom is used, it is advisable to remove and rearrange the nozzles occasionally to avoid "streaking" which results from variations in output from different nozzles.

NITROGEN — Nitrogen concentration in the greenhouse fertilizer program has a greater affect on the growth of transplants in the greenhouse than the other two major nutrients. Increasing the level of nitrogen results in taller transplants with thicker stem diameters and heavier plant weights. Applying too much nitrogen in the greenhouse results in soft, poor-quality transplants. Generally, between 50 and 100 ppm nitrogen is adequate if the fertilizer is applied on a daily basis. When the transplants are fertilized once or twice per week, concentrations of 200 to 350 ppm have resulted in good-quality transplants.

PHOSPHORUS — Phosphorus has a limited affect on the growth of plug tomato transplants when compared to nitrogen. Increasing the phosphorus concentration from 0 to 10 ppm (0 to 25 ppm P2O5) results in a moderate increase in transplant height, stem diameter, and shoot fresh and dry weight. Generally, phosphorus concentrations above 10 ppm (25 ppm P2O5) do not result in a significant increase in plant height. **If phosphorus is restricted to the point at which the plants show extreme phosphorus deficiency, field performance will be reduced.**

POTASSIUM — Potassium has the least affect on the growth of plug tomato transplants of the three major nutrients. Increasing the potassium concentration from 0 to 200 ppm (0 to 200 ppm K_2O) results in a small increase in tomato transplant height, stem diameter, shoot fresh weight and shoot dry weight.

Equally or more important than the actual concentration of nutrients in the fertilizer program is the amount of fertilizer solution applied per tray and the frequency of fertilizer application in the greenhouse.

FERTILIZER SOLUTION VOLUME — The volume of fertilizer solution applied has a dramatic affect on the growth of the tomato transplants. Increasing the volume of fertilizer solution applied per tray results in an increase in height, stem diameter and plant weight. Applying too much fertilizer solution results in soft, tall, poor-quality transplants. Growers are advised to determine accurately how much fertilizer solution is being applied per tray. Generally, volumes greater than 500 mL/tray are excessive and will result in soft transplants if applied on a daily basis.

FREQUENCY OF FEEDING Preliminary research results indicate that transplant quality can be improved by applying higher concentrations of fertilizer less frequently (referred to as pulse feeding). Pulse-fed plants tend to have thicker stem diameters and a heavier transplant weight while being approximately the same in height.

SUMMARY — NUTRITION AND WATERING:

- Water thoroughly to ensure the entire plug is moistened.
- Do not let tomato plug plants wilt excessively.
- Begin fertilizing the seedlings shortly after they emerge.
- Apply 50 - 100 ppm of Nitrogen and a minimum of 5 - 10 ppm of Phosphorous if feeding on a daily basis.
- Less frequent applications of higher fertilizer concentrations may improve transplant quality.
- Adjust fertilizer rates depending on the nutrient concentration in the growing media, environmental conditions and growth habit of the cultivar grown.

7. DISEASE PREVENTION

Very few fungicides are registered for use on processing tomato transplants in greenhouse. Therefore, the primary means of controlling disease is by sanitation and by managing the greenhouse environment to suppress disease development.

1. Sanitation:
   - Control weeds inside and outside the greenhouse which may harbour disease organisms.
   - If plug trays are to be reused from one year to the next, they should be washed and sanitized using "D.C.D." disinfectant.
   - Other greenhouse equipment which comes in contact with the transplants may also be sanitized with D.C.D. between seasons.
2. Damping-off Control:
   - Ventilation, to promote air movement around the plants is the best method of preventing most damping-off and foliar fungal diseases.
   - If signs of damping-off diseases are noticed in the greenhouse, transplants can be treated with Captan or Ferbam fungicides (refer to OMAF publication 365 for rates and application information.)
3. Watering:
   - Plugs should be watered thoroughly in the morning and "spot watered" in mid-afternoon if necessary. Do not water plug plants in the evening. Foliage should

be dry overnight to reduce the development of foliar fungal disease.

4. Cultural Controls:

   - Maintain a slow, steady growth rate for the transplants. Plants which are severely held-back are more susceptible to many types of disease.

5. Chemical Controls:

   - If tomato plug transplants are held for longer than normal periods, they may require additional disease protection. In this situation apply DYRENE 50 WP at 0.04 g/tray. An alternative method of applying fungicides is with smoke fumigators.
   - *Exotherm Termil* contains the fungicide chlorothalonil, and is registered for the control of stem rots and leaf spots caused by *Botrytis*.
   - Chemical controls for bacterial diseases may be fairly effective if applications are started at the transplant stage. Apply one of the copper bactericides at .04 g/tray if bacterial diseases are a suspected problem.
     Caution: Do not apply foliar fungicides under high temperature conditions (>30°C) as this may injure foliage. Use only sufficient water to wet the foliage, to prevent fungicide from dripping into the growing media and possibly damaging roots.

8. FINISHING AND HARDENING TRANSPLANTS

Hardening-off transplants is important, especially if they are to be planted under stressful, early season conditions. **Tomato transplants may be hardened-off by reducing temperature in the greenhouse through ventilation.** Reduced watering will also provide some hardening effect. Do not let plants wilt excessively. Do not harden-off transplants by reducing fertilizer application, as this often results in stunted plants which do not establish well in the field.

In some cases, it is difficult to harden plants in a greenhouse enough to withstand early season planting conditions. Research has shown that if plug plants are slightly soft, an additional period of conditioning can improve field performance.

PRE-PLANT CONDITIONING

The pre-plant conditioning period involves holding the plants outside for 5 to 7 days prior to planting. This process allows the plant to become acclimated to outside conditions while still in the tray. Plants which are hardened-off in this manner often have improved field performance as compared to those planted directly from the greenhouse. This method of hardening transplants requires extra labor and close monitoring by the grower. Growers who are not prepared to put in this additional management should not attempt it.

9. TRANSPORTING AND HANDLING PLUGS

(a) Plug plants should only be transported in a properly designed trailer. The trailer should be tarped tightly while transporting plants. Use the trailer to transport the plants to the field, and protect them from drying winds.

(b) Ensure that the plants are thoroughly watered before leaving the greenhouse grower's yard to prevent drying out in transit.

(c) It is important to prevent the plugs from drying out. Check the plants regularly and water when the leaves start to wilt. Don't let the plant stem wilt down before watering.

10. STORAGE OF PLUG TRANSPLANTS

If field planting is delayed by rain, plug transplants can be held for an extended period of time with very little reduction in plant stand or vigor. Research indicates that plug plants can be stored for up to two weeks, but the method of storage has a great influence on field performance (see Table 3).

If tomato transplants have to be held more than one day they should either be returned to the greenhouse, or stored outside in a protected area, and watered as required. Do not store plants in an enclosed trailer or barn for more than one or two days, as this will result in very soft, elongated plants.

If growers are storing plants outside the racks of plants should be placed in an area which receives direct sunlight but which is sheltered from the wind. The racks should be elevated, to prevent root growth through the bottom of the plugs. Use irrigation pipes, cement or wood blocks, or any other method to elevate the racks 4 to 6 inches off the ground.

If plug plants are stored outside and frost is forecast, the racks of plants should be moved inside a covered trailer or into a barn until the risk of frost is over.

Check the plants through the day, making sure they are watered regularly, never allow the plugs to dry out. The transplants should be watered thoroughly in the morning, then dry areas can be spot-watered in mid-afternoon. Do not water plants heavily late in the day as this can promote disease.

If planting is delayed longer than 5 to 7 days and they begin to show nutrient deficiency symptoms (yellowing or purple discoloration of leaves), they should be fertilized. Use a soluble fertilizer such as 20-8-20 or 20-10-20. This can be applied in water, using a 16:1 siphon mixer on a watering hose. Follow the manufacturer's directions for rates and mixing procedures.

TABLE 3. The Influence of Storage Methods on Plant Survival and Yield of Tomato Plug Transplants Held for 7 or 14 days. (trials conducted at the Harrow Res. Stn., 1988-90)

Storage Duration	Treatment	Plant Stand (%)	Fruit Yield (t/ha)
	check (no storage)	92	51.8
7 day	Outside	95	55.2
	Greenhouse	93	54.0
	Barn	83	41.9
14 day	Outside	97	50.0
	Greenhouse	95	49.1
	Barn	62	29.4

11. DIPPING, PLANTING DEPTH, PLANTER WATER

Trays should be dipped in a shallow tank of water for a minimum of 2 minutes, to moisten the plug media before transplanting (see figure 2). This will help the plant drop through the transplanter for better placement and will prevent it from drying out in the soil. Starter fertilizer should not be used in the dip tank as it may burn roots.

Transplanter water should always be used. Apply as much water as possible without causing the plug to float in the furrow. A pressurized watering system is recommended to increase volume and uniformity of transplant water. If this type of system is used, a fertilizer injector can be added to improve precision of starter fertilizer application (see figure 3).

When planting, check to ensure the plants are being set properly and the planting furrow is closing completely. Transplants should be set deep enough that the plug media is in moisture and is below the zone of herbicide incorporation.

After planting, knock the empty plugs out of the tray while they are still moist, stack the trays and promptly return the trays and racks to the greenhouse grower. Don't allow the empty plug trays to come in contact with any herbicides or herbicide drift.

12. STARTER FERTILIZER

The use of starter fertilizer is a key factor in the field establishment of transplanted tomatoes.

Starter fertilizer is recommended under the following conditions:

(a) soil temperatures less than 18°C
(b) soil phosphorus concentrations less than 15 ppm

Starter fertilizer may not always be beneficial, and may reduce plant survival under the following conditions:

(a) coarse, sandy soils
(b) high soil temperatures
(c) very high soil fertility levels (high salts levels)
(d) dry soil conditions

The determination of whether or not to use starter fertilizer must be made on a field by field, and day to day basis.

The assistance of Dr. R. Pitblado, Ridgetown College of Agricultural Technology, in preparing the Disease Prevention section, is gratefully acknowledged.

13. WIND ABATEMENT

Early spring conditions are often not favorable for transplant establishment. Wind-whipping and sandblasting can reduce plant survival. Some type of wind abatement system (usually rye strips spaced every 1 to 3 tomato beds) is recommended, especially on fields which are prone to wind erosion.

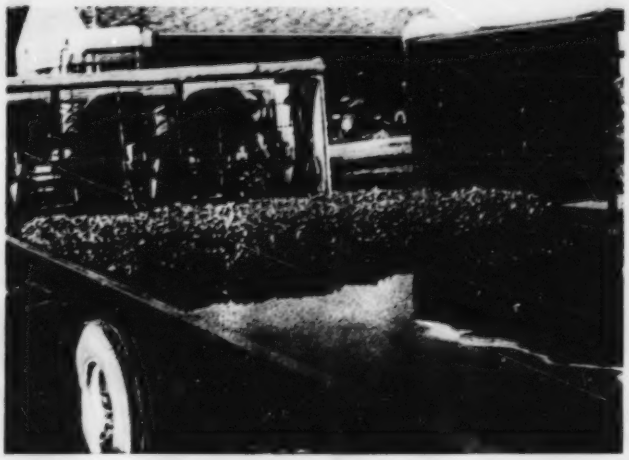

Figure 2 Dipping tomato transplants to moisten the plug media prior to field transplanting.

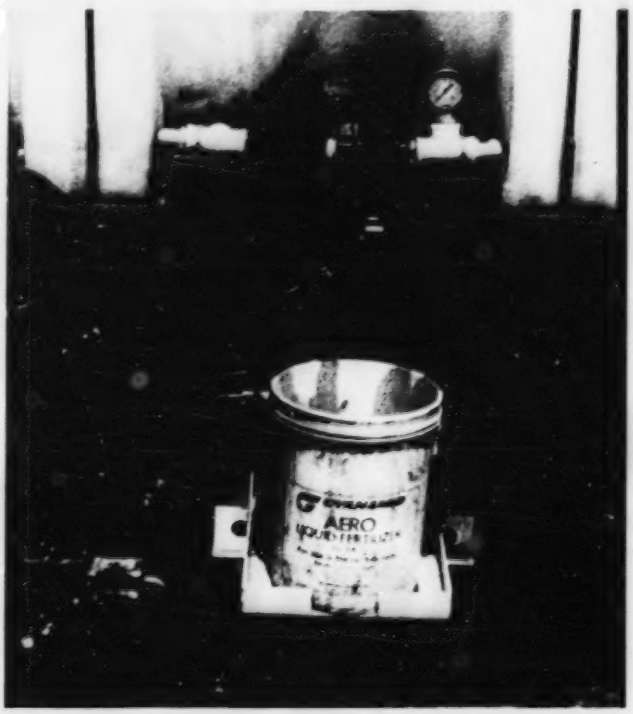

Figure 3 Injection system on a tomato transplanter for uniform application of starter fertilizer in planting water.

8M
ISSN 0225-7882
Version française également offerte
N° de commande 94-062

Ontario
Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales

Commande nº 94-059
Mars 1994
AGDEX 257
22

PLANTS EN MOTTES POUR LES TOMATES DE TRANSFORMATION : PRODUCTION, MANUTENTION ET MISE EN PLACE AU CHAMP

R.W. Garton, Agriculture Canada, Harrow
P.H. Sikkema, CTAR, Ridgetown
E.J. Tomecek, MAAARO, Ridgetown

Traduction de la fiche nº 94-061, *Plug Transplants For Processing Tomatoes : Production, Handling and Stand Establishment*, Centre de ressources agro-alimentaires, Direction des communications, Alfred

1. INTRODUCTION

L'installation de plants en mottes est l'un des facteurs clés de l'obtention de rendements élevés de tomates. Un démarrage précoce de la croissance et la survie des plantes dépendent, d'une part, des pratiques utilisées par le serriste et, de l'autre, des méthodes de transplantation en pleine terre utilisées par le producteur de tomates.

COMMENT RECONNAÎTRE UN BON PLANT DE TOMATE

Pour obtenir un bon peuplement de tomates au champ, il faut tout d'abord utiliser des plants de haute qualité : homogènes, avec des tiges épaisses, bien droites, de 12 à 17 cm de hauteur et des feuilles bien développées et vertes, non enroulées ni froissées. La présence d'une légère coloration pourpre à la base de la tige et au revers des feuilles signifie qu'il y a synthèse d'hydrates de carbone, fonction importante pour la survie des plants. Par contre, une coloration pourpre à la face supérieure des feuilles révèle une carence en phosphore qui retardera la croissance au début. Les racines doivent être blanches et épaisses, et elles doivent remplir la motte entièrement de haut en bas. Des racines brunâtres qui ne descendent pas jusqu'au fond de la motte indiquent que les plants ont souffert de manque d'eau durant leur croissance : la reprise de l'enracinement en pleine terre risque d'en être retardée. Les plants démarrés dans de bonnes conditions auront emmagasiné des réserves nutritives suffisantes pour leur permettre de reprendre rapidement dans toutes sortes de conditions de sol.

2. PLATEAUX À MULTICELLULES — TAILLE ET PROFONDEUR DE LA MOTTE

La profondeur des plateaux à 288 cellules ou alvéoles est un sujet assez controversé. Les essais sur les cellules profondes n'ont pas révélé d'amélioration sensible de la survie ni du rendement par rapport aux cellules peu profondes. Toutefois, si la culture en cellules profondes est bien faite, la motte sera plus lourde et donc plus facile à repiquer que la motte peu profonde. Les plateaux à cellules profondes durent habituellement moins longtemps et il faut les remplacer plus tôt.

L'emploi de mottes plus petites (plateaux à 406 alvéoles) devrait accroître la production par unité de surface de serre et ainsi abaisser le coût de production des plants. Cependant, plusieurs années d'essais ont montré que, mis en pleine terre en mai, les plants démarrés en mottes de calibre 406 donnent une densité de peuplement au champ et un rendement moins bons que les plantes en mottes de calibre 288. En revanche, quand la mise en place vers la fin de la saison de plantation jouissait de bonnes conditions de culture, la densité de peuplement et le rendement des deux calibres de mottes étaient égaux (voir tableau 1). Il faut toutefois préciser qu'on devra modifier les pratiques de culture en serre si l'on veut produire des plants de taille acceptable en plateaux à 406 alvéoles.

TABLEAU 1 Comportement des plants de tomate démarrés en plateaux à 288 cellules et à 406 cellules (Essais réalisés à la Station de recherches de Harrow, 1991-1993)

Nombre de cellules par plateau	Hauteur des plants (cm)	Densité de peuplement finale (%)	Rendement (t/ha)
Repiquage 10 mai			
288	11,1	94	54,5
406	10,3	88	50,4
Repiquage 1er juin			
288	13,0	97	60,5
406	11,6	96	60,4

3. SUPPORT DE CULTURE

On dispose de plusieurs sortes de substrats pour le démarrage des plants de tomates en plateaux à multicellules. Les mélanges sans sol offerts dans le commerce contiennent de la mousse de tourbe, de la perlite, de la vermiculite, une préparation nutritive et un agent mouillant. Plus récemment, on a essayé d'autres matériaux, comme la laine de roche. Ces mélanges varient quant à leurs propriétés de rétention de l'eau

et de drainage, leur teneur en éléments nutritifs et leur granulométrie.

On conseille de préférence ces substrats sans sol, parce qu'ils sont stériles et donc moins susceptibles de causer des maladies. En outre, ils sont plus légers et plus faciles à manipuler; ils se prêtent bien à l'entreposage et à la manutention; ils sont assez uniformes d'une année à l'autre et ils ne forment pas de croûte. On peut obtenir de bons plants à repiquer dans tout un assortiment de mélanges sans sol.

On préfère les substrats contenant de faibles doses d'engrais avec oligo-éléments, mais ce n'est pas indispensable puisque les éléments nutritifs peuvent être apportés dans l'eau d'arrosage selon les besoins. Il est bon de vérifier le pH et la concentration en sels (conductivité électrique ou CE) du substrat. Le pH devrait se situer entre 5 et 6,5. Les concentrations de sels varient selon la quantité d'engrais dans la préparation. La CE devrait se maintenir entre 1 et 2 mmho/cm.

Les propriétés de drainage et la rétention de l'eau sont importants si l'on veut conserver le mélange sans sol à un niveau d'humidité constant. On choisira donc un mélange de texture (grosseur des particules) moyenne afin d'obtenir une aération et un drainage satisfaisants et de faciliter le remplissage des plateaux.

Il est important de connaître les concentrations en éléments nutritifs des substrats. Elles diffèrent considérablement d'un type de substrat à l'autre (voir tableau 2). **Il faut ajuster le régime d'arrosage et de fertilisation selon la capacité de rétention de l'eau et selon la teneur en éléments nutritifs du substrat.**

TABLEAU 2 Analyse chimique d'échantillons de différents substrats utilisés pour la culture en mottes

Substrat	pH	Nitrate (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Conductivié électrique (CE) mmho/cm
Pro Mix BX	5.6	115	35	117	145	44	1.47
ASB	5.5	67	30	91	32	42	1.17
Metro Mix 200	6.5	500	5	66	144	84	1.63
Metro Mix 240	6.2	39	6	68	99	77	1.27

4. SEMIS ET GERMINATION

La production de plants en mottes passe par des semences de haute qualité si l'on veut obtenir une densité de peuplement acceptable et des plants homogènes. Les semences doivent germer rapidement et uniformément et montrer une bonne vigueur au départ. Le taux de germination ne devrait pas être inférieur à 90 %. Les semenciers peuvent renseigner sur les températures de germination optimales nécessaires pour chaque lot de semences.

Le marché offre différents types de semeuses pour la production en plateaux à multicellules. Pour bien choisir, on doit tenir compte de la facilité d'adaptation aux différents calibres de cellules et à l'utilisation de semences nues ou enrobées, ainsi que du débit d'ensemencement en plateaux par heures.

La germination est un facteur déterminant. Les graines doivent être bien recouvertes de vermiculite broyée fin pour ne pas se dessécher. Une fois le semis terminé, arroser à l'eau chaude (27-28 °C). **Les graines ont besoin d'air pour germer; il faut donc éviter de saturer d'eau le substrat.**

La germination doit se faire dans un germoir. Il s'agit le plus souvent d'une salle ayant une bonne isolation thermique et dont on peut régler et maintenir la température et l'humidité relative au niveau précis recherché. Le germoir doit comporter un système de circulation d'air pour que la température et l'humidité soient uniformes dans toute la pièce.

Le temps nécessaire à la germination peut différer selon le cultivar choisi. Les plateaux ou plaques de semis doivent être inspectés régulièrement car, dès que la plantule perce la surface, il faut retirer les plateaux du germoir. **Ne jamais laisser les plantules s'étioler en les gardant au germoir trop longtemps.** Placer les plateaux l'un contre l'autre, bien à niveau, sur des cadres dans la serre, à au moins 20-25 cm du sol.

5. CONTRÔLE D'AMBIANCE DE LA SERRE

La maîtrise de l'aération et de la température est l'élément clé de la culture des plants. Les plants de tomates peuvent s'accommoder de différents types de serre, mais lorsqu'on utilise les petites alvéoles, la maîtrise de l'ambiance devient un facteur plus critique.

Les basses températures peuvent modérer la croissance, mais si on en abuse elles peuvent endommager les plantules. Des dommages dus au refroidissement peuvent se produire lorsque la température chute sous 10 °C pendant une période prolongée, même si elle reste au-dessus du point de congélation. Le refroidissement provoque un arrêt de la croissance et peut entraîner des effets permanents sur l'installation des plants en pleine terre. **La température ne doit pas descendre en bas de 10 °C et la serre doit être équipée d'un système de ventilation pour assurer la circulation de l'air.**

Méthode DIF (contrôle des écarts de température nuit-jour) — C'est une méthode de régulation de la température en serre qui a pour but de modérer la croissance en hauteur des plants. Comme l'élongation des plants est particulièrement rapide en début de matinée, on peut la freiner en abaissant la température pendant cette période. Une DIF négative signifie que la température diurne est plus basse que la température de nuit. Par conséquent, la croissance en hauteur est ralentie.

Les étapes à suivre pour tirer profit de la méthode DIF sont les suivantes :

a) Ouvrir les entrées d'air de la serre au lever du soleil et abaisser la température jusqu'à 10 °C, pas plus bas. **Ne pas laisser la température chuter au-dessous 10 °C si l'on veut éviter de causer des dommages dus au refroidissement.**

b) Garder la température basse le plus longtemps possible durant la journée.

c) Dans la plupart des cas, le maintien d'une température matinale légèrement plus basse que la température nocturne (DIF légèrement négative) aidera à obtenir des plants de bonne qualité.

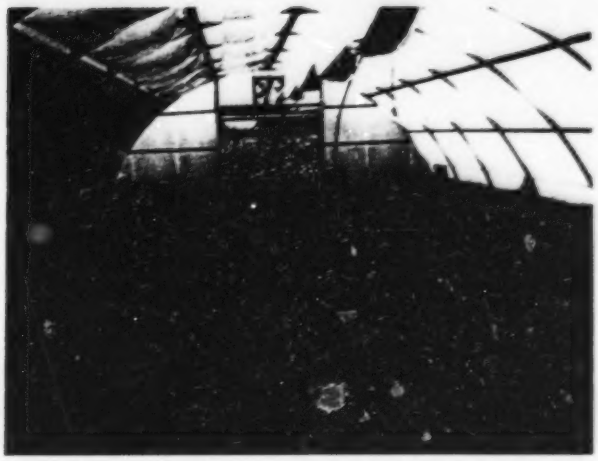

Figure 1 Plants de tomates de conservation homogènes, de belle qualité, en plateaux à multicellules (288 alvéoles), cultivés dans une serre tunnel bien aérée

6. NUTRITION ET ARROSAGE EN SERRE

Plusieurs facteurs influent sur la croissance des plants en mottes dans la serre, mais deux en particulier, l'arrosage et la fertilisation, ont une importance déterminante.

QUALITÉ DE L'EAU — Avant la saison de culture, il est à conseiller d'obtenir une analyse détaillée de l'eau. Le programme de fertilisation en serre devra être adapté selon les résultats de cette analyse et, au besoin, on utilisera une source d'approvisionnement en eau différente.

ARROSAGE — La quantité d'eau et la fréquence des arrosages varient selon le calibre des cellules, le milieu de croissance, l'aération de la serre et les conditions météorologiques. **Il est important d'apporter assez d'eau pour humecter la motte tout entière et stimuler ainsi la croissance des racines jusqu'au fond de l'alvéole.** Si l'arrosage est trop superficiel, les racines ne se développent que dans le haut de l'alvéole. Attendre que la motte soit sèche avant d'arroser, sans toutefois laisser les plants se flétrir au point d'endommager les racines. Arroser le matin mais pas en fin d'après-midi car si les plants restent mouillés pour la nuit, les risques de maladie augmentent. Si on arrose sur frondaison, c'est-à-dire par-dessus les plants, il est bon d'enlever et d'intervertir les buses de façon à éviter la formation de stries sèches causées par les différences de débit entre les buses.

AZOTE — La teneur en azote de l'engrais chimique a des conséquences plus graves sur la croissance des plants en serre que les deux autres éléments principaux. L'accroissement de la dose d'azote produit des plants plus hauts et plus lourds, à tiges plus épaisses. Toutefois, les excès se traduisent par des plants mous, de qualité médiocre. De manière générale, il suffit de 50 à 100 ppm d'azote, si l'engrais est apporté sur une base quotidienne. En régime d'une ou de deux fertilisations par semaine, des doses de 200 à 350 ppm ont donné de bons résultats.

PHOSPHORE — Comparé à celui de l'azote, l'effet du phosphore sur la croissance des plants de tomates en mottes est peu prononcé. Un apport de 10 ppm de phosphore, soit 25 ppm de P_2O_5, produit un modeste accroissement de la hauteur des plants, de la grosseur des tiges et du poids frais et sec des parties vertes. Dans l'ensemble, des doses plus fortes que 10 ppm n'entraînent pas d'accroissement appréciable de la hauteur des plants. **Une alimentation phosphorée réduite au point de provoquer des carences extrêmes en P aura des effets négatifs sur le comportement des plants en pleine terre.**

POTASSIUM — Des trois éléments principaux, c'est le potassium qui a le moins d'effet sur la croissance des plants en mottes. Une dose de 200 ppm de K, soit 240 ppm de K_2O, amène un léger accroissement de la hauteur et du poids, frais et sec, de la plante ainsi que du diamètre des tiges.

Tout aussi, voire plus importantes que la dose réelle d'éléments nutritifs utilisés sont les quantités de solution fertilisante apportées à chaque plateau de culture dans la serre ainsi que la fréquence de ces apports.

QUANTITÉ DE SOLUTION FERTILISANTE — La quantité de solution fertilisante distribuée a un effet spectaculaire sur la croissance des plants. L'augmentation de la quantité de solution distribuée dans chaque plateau provoque un accroissement de la hauteur et du poids des plants, ainsi que du diamètre des tiges. Par contre, si on en met trop on aura des plants mous, étiolés et de qualité médiocre. On conseille aux producteurs de mesurer avec exactitude la quantité de solution fertilisante distribuée dans chaque plateau. D'une manière générale, si la quantité dépasse 500 mL par jour, on obtiendra des plants trop mous.

FRÉQUENCE DES APPORTS D'ENGRAIS — Les premiers résultats des recherches laissent voir que la qualité des plants peut être améliorée par des apports moins fréquents mais plus concentrés de la solution fertilisante. C'est ce qu'on appelle la fertilisation intermittente. Cette méthode donne des tiges plus grosses et des plants plus lourds, tout en ayant sensiblement la même hauteur qu'en régime de fertilisation plus fréquent.

RÉCAPITULATION — NUTRITION ET ARROSAGE

- Arroser à fond pour bien humecter toute la motte.
- Ne pas laisser les plants trop se flétrir.
- Commencer à fertiliser les jeunes plants peu après leur levée.
- Apporter de 50 à 100 ppm de N et un minimum de 5 à 10 ppm de P dans la solution si on fertilise tous les jours.
- Des apports moins fréquents mais plus concentrés de fertilisation peuvent améliorer la qualité des plants.
- Corriger les doses d'engrais selon la concentration en éléments nutritifs du substrat, les conditions météorologiques et le type de croissance du cultivar utilisé.

7. PRÉVENTION DES MALADIES

Très peu de fongicides sont homologués pour la protection des plants de tomates de transformation en serre. Le principal moyen de combattre les maladies reste donc la prévention et la maîtrise de l'ambiance dans la serre.

1. Désinfection ou assainissement :
   - Éliminer, à l'intérieur et à l'extérieur de la serre, les mauvaises herbes qui sont susceptibles d'héberger des organismes pathogènes.
   - Si les plateaux à multicellules sont réutilisés d'une année à l'autre, ils doivent être lavés et désinfectés au moyen de DCD.
   - Toute autre pièce d'équipement de serre venant en contact avec les plants peut également être désinfectée au DCD après chaque saison de production.
2. Lutte contre la fonte des semis :
   - Une bonne aération, assurant la circulation de l'air autour des plants, est le meilleur moyen d'éviter la plupart des maladies fongiques telles que la fonte des semis et les maladies foliaires.
   - Si l'on constate des symptômes de fonte des semis dans la serre, on peut traiter au captane ou au ferbame. Pour les doses et les modalités de traitement, voir la publication 365F du MAAARO.
3. Arrosage :
   - Les mottes doivent recevoir un bon arrosage le matin et un arrosage d'appoint en milieu d'après-midi au besoin. Ne pas arroser le soir : les feuilles doivent être sèches pour la nuit si l'on veut freiner l'apparition de maladies fongiques sur les feuilles.
4. Lutte culturale :
   - Maintenir la croissance des plants à un rythme lent mais constant. Il faut toutefois faire preuve de prudence car les plants dont la croissance est gravement retardée sont plus sensibles à de nombreux types de maladies.
5. Lutte chimique :
   - Si les plants de tomates en mottes sont gardés plus longtemps que la normale, ils devraient recevoir une protection supplémentaire. Dans ces circonstances, traiter au DYRENE 50 WP à la dose de 0,04 g par plateau. On peut aussi traiter par fumigation.
   - Le produit *Exotherm Termil* qui contient le fongicide chlorothalonil est homologué pour la lutte contre les pourritures des tiges et contre les taches foliaires causées par *Botrytis*.
   - La lutte chimique contre les maladies bactériennes a de bonnes chances d'être efficace si les traitements débutent dès le stade de production des plants en serre. Utiliser un bactéricide à base de cuivre à raison de 0,04 g par plante, dès qu'on soupçonne la présence d'une maladie bactérienne.

   Mise en garde : Ne pas utiliser des fongicides foliaires lorsqu'il fait très chaud (plus de 30 °C) sous peine d'endommager le feuillage. Ne pas utiliser plus d'eau qu'il faut pour humecter les feuilles afin d'éviter que la solution fongique ne dégoutte dans le substrat où elle pourrait endommager les racines.

8. CONDITIONNEMENT ET ENDURCISSAGE DES PLANTS

L'endurcissage des plants est une étape importante, surtout si on doit les mettre en pleine terre au début de la saison de végétation. **Un moyen d'endurcir les plants est d'abaisser la température de la serre à l'aide du système de ventilation.** La diminution des arrosages est un autre moyen, mais il ne faut pas laisser les plants se flétrir à l'excès. Il ne faut pas non plus réduire la fertilisation, parce que cela produit souvent des plants atrophiés qui ne reprennent pas bien en pleine terre.

Dans certains cas, il est difficile d'endurcir les plants en serre suffisamment pour qu'ils s'adaptent aux conditions de plantation difficiles qui prévalent au début de la saison. Les recherches montrent que si les plants en mottes sont un peu mous, une période supplémentaire de conditionnement peut améliorer leur comportement en pleine terre.

CONDITIONNEMENT AVANT LA PLANTATION

Le conditionnement avant la plantation consiste à garder les plants à l'extérieur pendant 5 à 7 jours, avant de les mettre en terre. Les plants peuvent alors s'acclimater aux conditions extérieures tout en restant dans leur plateau. Cette méthode d'endurcissement améliore souvent le comportement au champ par comparaison avec celui des plants repiqués immédiatement après leur sortie de la serre. La méthode requiert toutefois plus de travail et une surveillance plus étroite de la part du producteur. Les producteurs qui ne sont pas prêts à assumer ces charges supplémentaires ne devraient pas l'essayer.

9. TRANSPORT ET MANUTENTION DES MOTTES

a) Les plants en mottes ne doivent être transportés que dans une remorque conçue spécialement pour cette tâche. La remorque bâchée sert à amener les plants jusqu'au champ tout en les protégeant contre les vents desséchants.

b) Les plants doivent être arrosés à fond avant leur départ de la cour de l'exploitation pour éviter tout dessèchement pendant le transport.

c) Il est important d'empêcher les mottes de se dessécher. Aussi faut-il inspecter les plants régulièrement et, les arroser s'ils commencent à se flétrir. Ne pas attendre que les tiges soient flétries avant d'arroser.

10. ENTREPOSAGE DES PLANTS EN MOTTES

Si la mise en pleine terre est retardée par la pluie, on peut garder les plants pendant un certain temps, sans compromettre leur densité de peuplement au champ ou leur vigueur de

reprise. Les recherches montrent que les plants peuvent se conserver jusqu'à deux semaines, mais le mode d'entreposage a une grande influence sur leur comportement au champ (voir tableau 3).

Si les plants doivent être conservés plus d'un jour, on doit ou les ramener à la serre, ou les garder à l'extérieur dans un endroit abrité, et les arroser selon le besoin. Il ne faut pas les entreposer dans une remorque ou dans une remise fermée plus d'une ou deux journées, sinon les plants risquent de s'amollir et de s'étioler.

Si le producteur veut garder les plants à l'extérieur, les cadres d'entreposage doivent être placés dans un endroit ensoleillé, mais bien à l'abri du vent. Les cadres doivent être soulevés de terre pour empêcher les racines de pousser à travers le fond de l'alvéole. On peut utiliser des canalisations d'irrigation, des blocs de béton ou de bois ou tout autre matériau pour soulever les cadres 4 à 6 po au-dessus du sol.

Si on annonce une gelée, les cadres doivent être rentrés dans une remorque fermée ou dans un bâtiment jusqu'à ce que les risques de gel soient passés.

Inspecter les plants tout au long de la journée et veiller à les arroser régulièrement. Ne jamais laisser les mottes se dessécher. Arroser à fond le matin et faire des arrosages d'appoint ponctuels en milieu d'après-midi sur les zones sèches. Ne pas arroser abondamment en fin de journée pour ne pas accroître les risques de maladie.

Si la mise en place est retardée pour plus de 5 à 7 jours et que les plants commencent à manifester des symptômes de carences nutritionnelles tels que jaunissement ou coloration pourpre des feuilles, il faut fertiliser. Utiliser un engrais soluble comme le 20-8-20 ou le 20-10-20. On peut l'appliquer en solution dans l'eau au moyen d'un mélangeur à siphon 16:1, fixé sur le boyau d'arrosage. Suivre le mode d'emploi du fabricant pour les doses à appliquer et pour la méthode de mélange.

TABLEAU 3 **Influence du mode d'entreposage sur le taux de survie au champ et sur le rendement des plants de tomates en mottes conservés pendant 7 et 14 jours** (Essais réalisés à la Station de recherches de Harrow, 1988-1990)

Durée d'entreposage	Traitement	Densité de peuplement (%)	Rendement en fruits (t/ha)
Aucun	Témoin	92	51,8
7 jours	À l'extérieur	95	55,2
	En serre	93	54,0
	Dans une remise	83	41,9
14 jours	À l'extérieur	97	50,0
	En serre	95	49,1
	Dans une remise	62	29,4

11. TREMPAGE, PROFONDEUR DE PLANTATION, EAU DE REPIQUAGE

On doit tremper les plants pendant au moins 2 minutes dans un bac d'eau peu profond pour humecter le substrat avant la mise en terre (voir figure 2). Cette mesure facilite la descente dans la planteuse et la mise en place, en plus d'empêcher les plants de se dessécher dans le sol. Ne pas mettre l'engrais de démarrage dans le bac de trempage, par crainte de brûler les racines.

La transplanteuse doit être munie d'un dispositif d'arrosage. Il faut injecter le plus d'eau possible, sans toutefois faire flotter les mottes dans le sillon. Un système d'arrosage sous pression est à conseiller pour accroître le volume d'eau et l'uniformité de l'arrosage. Si on emploie ce système, on peut ajouter à la planteuse un injecteur d'engrais afin d'améliorer la précision de la distribution de l'engrais de démarrage (voir figure 3).

À la transplantation, veiller à ce que les plants soient bien placés et que le sillon soit complètement refermé. Les plantes doivent être déposées assez creux pour que les mottes soient entourées de terre humide et situées au-dessous de la zone d'incorporation des herbicides.

Une fois la plantation terminée, dégager les mottes vides des plateaux, tant qu'elles sont encore humides, empiler les plateaux, et ramener plateaux et cadres à la serre sans tarder. Éviter tout contact entre plateaux vides et les herbicides ou la dérive des embruns de pulvérisation herbicide.

12. ENGRAIS DE DÉMARRAGE

L'emploi d'un engrais de démarrage est un facteur décisif pour la reprise des plants après la transplantation au champ.

L'engrais de démarrage est à conseiller dans les circonstances suivantes :

a) température du sol inférieure à 18 °C,

b) teneur du sol en phosphore inférieure à 15 ppm.

L'engrais de démarrage n'est cependant pas toujours bienfaisant et il peut abaisser le taux de survie des plants dans les conditions suivantes :

a) sol sableux à texture grossière,

b) température du sol élevée,

c) très haut niveau de fertilité du sol (fortes concentrations en sels),

d) sol trop sec.

La décision d'utiliser ou non un engrais de démarrage doit être prise champ par champ et au jour le jour.

13. PROTECTION CONTRE LE VENT

Les conditions d'installation en début de printemps ne sont pas toujours propices à l'installation des plants de tomates. Des coups de vent et les grains de sable qu'ils projettent contre les plants risquent de réduire le taux de survie de ces derniers. On conseille une forme ou l'autre de protection : habituellement on intercale des rangs de seigle après chaque planche de tomates ou aux deux planches, particulièrement dans les champs exposés à l'érosion éolienne.

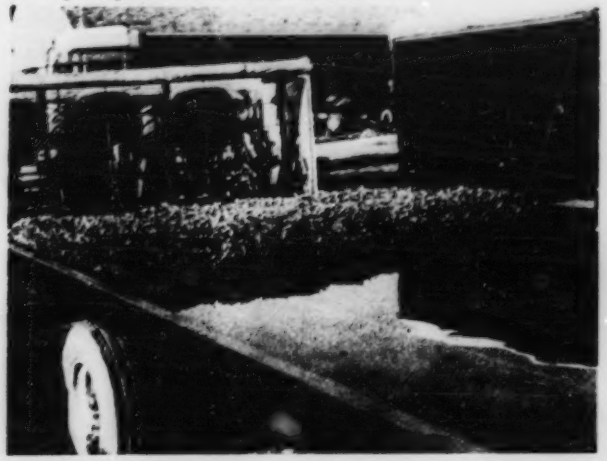

Figure 2 Trempage des plants de tomate pour humecter la motte avant la transplantation en pleine terre

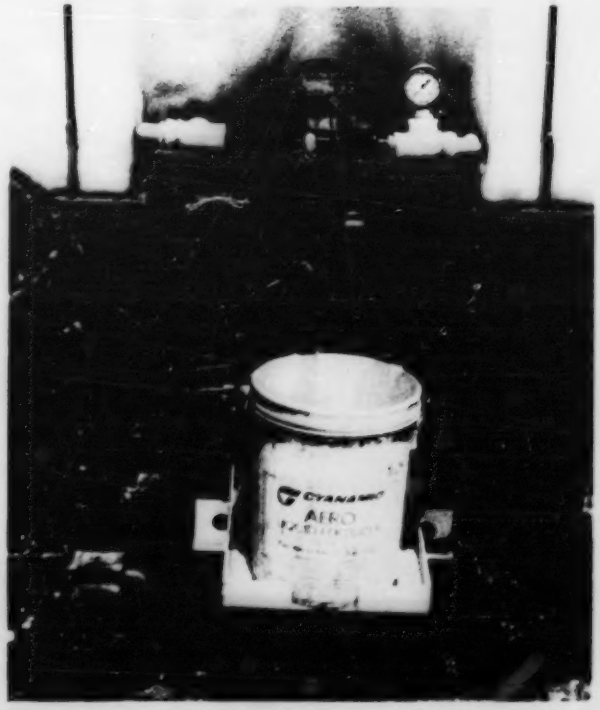

Figure 3 Système d'injection sur une transplanteuse de tomates pour améliorer la distribution de l'engrais de démarrage dans l'eau de repiquage

Les auteurs remercient R. Pitblado, Ph. D., du Collège de technologie agricole de Ridgetown, pour la rédaction de la section Prévention des maladies.

Nous tenons à remercier le Secrétariat d'État pour sa contribution financière à la réalisation de la présente fiche technique.

1M
ISSN 1198-7138
Also available in English